



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA BÁSICA  
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**ANTONIEL ALVES BARBOSA**

**ATIVIDADE ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Eucalyptus dunnii*  
(MYRTACEAE) SOBRE *Tetranychus urticae***

**CURITIBA  
2024**

**ANTONIEL ALVES BARBOSA**

**ATIVIDADE ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Eucalyptus dunnii*  
(MYRTACEAE) SOBRE *Tetranychus urticae***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Paraná, como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia

Orientadora: Prof.(a). Aline Pomari Fernandes

**CURITIBA  
2024**

## TERMO DE APROVAÇÃO

**ANTONIEL ALVES BARBOSA**

### **ATIVIDADE ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Eucalyptus dunnii* (MYRTACEAE) SOBRE *Tetranychus urticae***

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro(a) Agrônomo(a) no Curso de Graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



---

Orientadora Professora Aline Pomari Fernandes

Departamento de Patologia Básica

Setor de Ciências Biológicas



---

Engenheira Florestal Maria Laura Martim Silva

Departamento de Patologia Básica

Setor de Ciências Biológicas



---

Agrônoma Milagros Fiorela Vilchez Contreras

Departamento de Patologia Básica

Setor de Ciências Biológicas

Curitiba, 02 de dezembro de 2024

***Aos meus pais, que, sob muito sol,  
fizeram-me chegar até aqui, na sombra.***

*A vocês minha eterna gratidão!*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos manter sempre confiantes, mesmo nos momentos difíceis.

À Professora Dra Aline Pomari Fernandes, por sua orientação e ensinamentos compartilhados.

Aos meus amigos, o companheirismo nos bons e maus momentos.

A minha família, por todo o apoio no decorrer desses anos de graduação, em especial, a minha querida e amada Mãe (*in memoriam*), que sempre acreditou no meu potencial.

Ao laboratório multiusuário colhendo bons frutos, que me cedeu o espaço e materiais utilizados neste trabalho.

Aos Professores Dra. Maria Aparecida Zawadneak e Dr. Joatan Machado, por sua colaboração e ensinamentos durante minha graduação.

A minha namorada Leticia Verissimo, pelo porto seguro que sempre me proporcionou, por me incentivar e nunca me deixar desistir.

## RESUMO

O ácaro rajado representa uma das principais ameaças para as culturas no Brasil. Como métodos alternativos de controle tem sido pesquisado óleos essenciais. Aqui objetivamos avaliar a ação acaricida do Óleo Essencial (OEED) de folhas de *Eucalyptus dunnii* (Myrtaceae) e do produto comercial à base de óleo essencial de casca de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), (PREV-AM) contra *Tetranychus urticae*. O OEED foi obtido por hidrodestilação em aparelho Clevenger, e a análise da composição química foi obtido por cromatografia gasosa. PREV-AM, produto comercial, foi obtido da empresa ORO AGRI. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 15 tratamentos, sendo sete concentrações do OE de *E. dunnii* (0,50%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% e 3,5%), e de PREV-AM (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7mL/L), controle negativo (água) e Tween® 80 (0.05% v:v), todos com 10 repetições. Cada repetição foi constituída por uma placa de Petri de 6 cm de diâmetro, um folíolo de morangueiro 'San Andreas' e 10 ácaros adultos com 24h de idade. Os compostos majoritários do OEED foram  $\alpha$ -pineno (21,41%) e 1,8-cineol (38,07%). Os constituintes do óleo de laranja foram o D-limoneno (83,33%) e o linalol (8,91%). A toxicidade de adultos aumentou de forma linear, sendo que as maiores doses 3,5% OEED e 7 mL de PREV – AM não diferiram significativamente entre si, mas diferiram das outras concentrações ( $F= 12,04$ ;  $gl= 13$ ;  $p\text{-valor} < 0,0001$ ). As maiores taxas de mortalidade alcançaram 83,33% para OEED e 72,22% para PREV AM. Pela análise de Probit, os resultados demonstraram que em todas as concentrações letais ( $CL_{25}$ ,  $CL_{50}$ ,  $CL_{75}$  e  $CL_{90}$ ) o OEE foi mais tóxico que PREV-AM (1.352; 2.059; 3.135; 4.578 e 15.900; 31.134; 60.966; 111.626 para OEED e PREV AM, respectivamente). O óleo essencial de *E. dunnii* e PREV AM apresentam potencial como acaricidas no controle do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, uma praga importante em morangueiro. Estudos em semicampo e a campo devem ser realizados para comprovar a eficiência sob diferentes condições abióticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácaro-rajado, compostos majoritários, acaricida botânico

## ABSTRACT

The two-spotted spider mite is one of the main threats to crops in Brazil. Essential oils have been studied as alternative control methods. This study aimed to evaluate the acaricidal action of the Essential Oil (EOED) from *Eucalyptus dunnii* (Myrtaceae) leaves and the commercial product based on orange peel essential oil (*Citrus sinensis* L. Osbeck), PREV-AM, against *Tetranychus urticae*. EOED was obtained by hydrodistillation using a Clevenger apparatus, and its chemical composition was analyzed by gas chromatography. The commercial product PREV-AM was sourced from ORO AGRI. A completely randomized design was used, with 15 treatments, including seven concentrations of *E. dunnii* EO (0.50%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, and 3.5%) and PREV-AM (1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7 mL/L), along with negative control (water) and Tween® 80 (0.05% v:v), each with 10 replicates. Each replicate consisted of a 6 cm diameter Petri dish, a leaflet of *San Andreas* strawberry, and 10 adult mites (24 hours old). The major compounds in EOED were  $\alpha$ -pinene (21.41%) and 1,8-cineole (38.07%), while the major components of orange oil were D-limonene (83.33%) and linalool (8.91%). Adult toxicity increased linearly, with the highest doses (3.5% EOED and 7 mL/L PREV-AM) not differing significantly from each other but differing from the other concentrations ( $F = 12.04$ ;  $df = 13$ ;  $p\text{-value} < 0.0001$ ). The highest mortality rates reached 83.33% for EOED and 72.22% for PREV-AM. Probit analysis showed that EOED was more toxic than PREV-AM at all lethal concentrations (LC25, LC50, LC75, and LC90), with values of 1.352, 2.059, 3.135, and 4.578 for EOED, and 15.900, 31.134, 60.966, and 111.626 for PREV-AM, respectively. *E. dunnii* essential oil and PREV-AM show potential as acaricides for controlling *Tetranychus urticae*, a major pest in strawberry crops. Further studies under semi-field and field conditions are necessary to confirm their efficacy under different abiotic conditions.

**KEYWORDS:** Two-spotted spider mite, major compounds, botanical acaricide

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Ciclo de vida de <i>Tetranychus urticae</i> .....	03
FIGURA 2. Produto comercial PREV-AM®.....	07
Figura 3. Esquema resumido da metodologia utilizada no bioensaio de toxicidade de óleo essencial <i>Eucalyptus dunnii</i> sobre <i>Tetranychus urticae</i> .....	9
Figura 4. MORTALIDADE MEDIA CORRIGIDA (%) DE <i>Tetranychus urticae</i> TRATADOS COM ÓLEO ESSENCIAL E PREV-AM EM 7 DIFERENTES CONCENTRAÇÕES.....	13
Figura 5. Gráfico curva de concentrações resposta (CL <sub>25</sub> , CL <sub>50</sub> , CL <sub>75</sub> e CL <sub>90</sub> ) realizado em probit para Óleo essencial de <i>Eucalyptus dunnii</i> OEED (A) e PREV-AM (B) .....	15

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Composição do óleo essencial (%) de folhas de <i>Eucaliptus dunnii</i> coletado em São José dos Pinhais,PR.....	12
Tabela 2 - Estimativas de CL <sub>25</sub> , CL <sub>50</sub> , CL <sub>75</sub> e CL <sub>90</sub> (em mg. litro <sup>-1</sup> ) e o intervalo de confiança para os óleos essenciais (OEED) das folhas de <i>Eucalyptus dunnii</i> e produto comercial à base de óleo de laranja (PREV AM)) em adultos de <i>Tetranychus urticae</i> em 120 horas após a exposição nos bioensaios de aplicação tópica e residual.....	14

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 OBJETIVOS GERAL .....	2
1.1.1 Objetivos Específicos .....	2
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 ÁCARO-RAJADO .....	3
2.2 ACARICIDAS REGISTRADOS/ MODO DE AÇÃO.....	4
2.4 PRODUTO COMERCIAL A BASE DE OLEO DE LARANJA.....	6
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	8
3.1 ORIGEM E CRIAÇÃO DO ÁCARO .....	8
3.2 COLETA E EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	8
3.3 BIOENSAIOS.....	10
3.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	10
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	12
4.1 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DO ÓLEO.....	12
4.2 BIOENSAIO DE APLICAÇÃO TÓPICA E RESIDUAL .....	13
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	16
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	17

## 1 INTRODUÇÃO

O ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae) é uma das pragas de maior importância na agricultura, atacando diversas espécies de plantas em várias regiões do país. Ele é considerado uma espécie cosmopolita e polífaga (MORAES; FLECHTMANN, 2008), afetando culturas como o mamoeiro (CATALANI et al., 2017), macieira (LANDEROS et al., 2013), tomate (GIGON; CAMPOS; GORFF, 2016), citros (AGUT e outros, 2006) e morangueiro (ZAWADNEAK et al., 2023). Nas cultivadas em estufas, os danos são mais severos pela proteção da cobertura contra a precipitação (ZAWADNEAK et al., 2023).

Adultos e formas imaturas (larvas e ninfas) por se alimentarem do conteúdo intracelular, ocasionam a morte das células atacadas, as quais provocam manchas cloróticas, que se tornam avermelhadas ou bronzeadas (ZAWADNEAK et al., 2023). Desta forma, a planta hospedeira pode ser afetada de diversas maneiras, tal como, diminuição na fotossíntese, injeção de substâncias fitotóxicas durante a alimentação, causando desfolhas em caso de infestações severas (JHONSON; LYON 1991; ATTIA et al., 2013). Além disso, a desfolha e o acúmulo de fezes de ácaros e teias de aranhas afetam a aparência das plantas e podem diminuir seu valor comercial.

Pelos danos significativos causados pelo ácaro-rajado a diversas culturas, o uso de acaricidas sintéticos vem crescendo como medida de controle para o ácaro rajado (RINCÓN et al., 2019; STEPANYCHEVA et al., 2023). Porém, o uso frequente desses produtos causa diversos problemas ambientais. A seleção de populações resistentes de pragas com uso predominante e prolongado de acaricidas sintéticos vem sendo notada, juntamente com o acúmulo de resíduos nos produtos agrícolas colhidos e uma série de impactos negativos no meio ambiente. Até agora descobriu-se que a maioria dos indivíduos da espécie *T. urticae* adquiriram tolerância a grande parte dos produtos sintéticos usados (MOTA-SANCHEZ; WISE, 2022; STEPANYCHEVA et al., 2023). O uso de doses subletais de agrotóxicos sobre *T. urticae* aumenta sua taxa de reprodução fazendo com que sua população cresça em um período menor. Além disso, maioria dos acaricidas sintéticos afetam negativamente os predadores naturais, dificultando assim o controle biológico dos ácaros-rajados (HOY, 2011; STEPANYCHEVA et al., 2023).

As consequências negativas do uso dos acaricidas sintéticos bem como problemas ambientais, poluição, risco aos seres humanos e animais e a fitotoxicidade, nos trazem à tona a necessidade urgente de encontrar novos compostos biologicamente ativos e ambientalmente seguros para a proteção das plantas contra *T. urticae* e desenvolver técnicas para sua aplicação (STEPANYCHEVA et al., 2023). Com isso surge a necessidade de explorarmos meios de controle que sejam sustentáveis e uma alternativa viável, é o uso de pesticidas botânicos, como: extratos de plantas, óleos essenciais ou seus compostos isolados. Dessa forma temos impactos ambientais mínimos, baixo teor residual e uma taxa lenta de seleção de resistência, mesmo que algumas delas sejam fitotóxicas (RINCÓN et al., 2019; STEPANYCHEVA et al., 2023).

## 1.1 OBJETIVOS GERAL

Avaliar a ação acaricida dos óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus dunnii* (Myrtaceae) e de laranja do produto comercial PREV AM em *Tetranychus urticae*.

### 1.1.1 Objetivos Específicos

Realizar a extração e caracterização da composição do óleo essencial por hidrodestilação;

Avaliar a ação acaricida por contato em adultos ao ácaro rajado, após a aplicação do óleo essencial de *Eucalyptus dunnii* (OOED) e do óleo de laranja do produto comercial PREV-AM;

Determinar as curvas de concentrações resposta CL<sub>25</sub>, CL<sub>50</sub>, CL<sub>75</sub> e CL<sub>90</sub> para OOED e PREV AM.

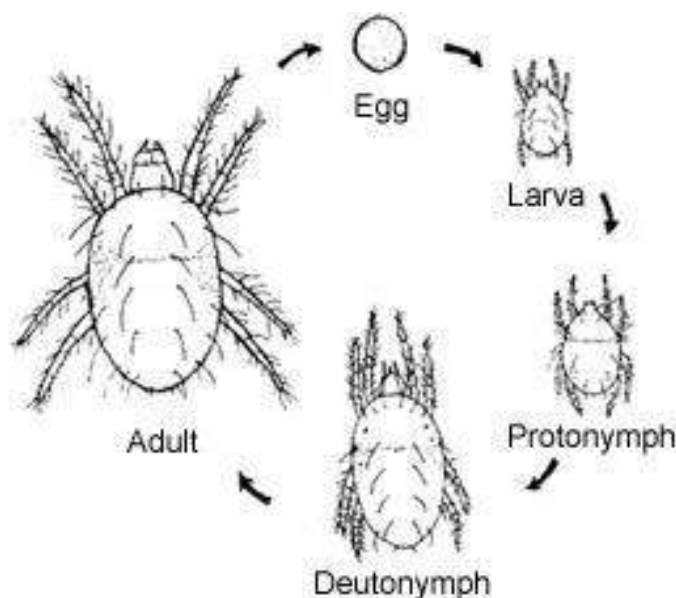
## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ÁCARO-RAJADO

*Tetranychus urticae* ou ácaro rajado é uma praga polífaga (GRBIC et al., 2011), caracterizada por sua coloração amarelo-esverdeada e dois pares de manchas escuras no dorso, além de ser coberto por longas setas. Os machos adultos têm cerca de 0,25 mm de comprimento, enquanto as fêmeas adultas medem 0,46 mm. Os ovos têm formato esférico e são geralmente depositados diretamente nas folhas, próximos às nervuras ou sobre as teias tecidas pelos adultos. Eles são comumente encontrados na face abaxial das folhas.

Ao longo de seu desenvolvimento, o ácaro rajado passa por diferentes estágios, incluindo ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adultos, além de períodos quiescentes como protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida (Figura 1). O tempo necessário para completar o ciclo de vida varia conforme o hospedeiro, temperatura, umidade e fotoperíodo. Em condições de temperatura em torno de 25°C, esse ciclo pode durar de 10 a 12 dias, mas em temperaturas próximas a 30°C, com umidade relativa inferior a 60%, esse período pode ser reduzido para sete dias.

Figura 1. Ciclo de vida de *Tetranychus urticae*



Fonte: <https://www.epicgardening.com/spider-mites/>

A combinação de um ciclo de vida relativamente curto somado a polifagia faz

com que essa espécie seja considerada uma praga em várias culturas, a exemplo o morango (BERNADI et al., 2015).

O morangueiro enfrenta uma série de infestações por ácaros, sendo o ácaro rajado o principal vilão nessa cultura. As plantas de morangueiro atacadas pelo ácaro rajado sofrem uma redução na taxa fotossintética, resultando em uma menor produção de fotoassimilados. Essa diminuição na fotossíntese é consequência da redução na área foliar e na massa fresca das folhas (KLAMKOWSKI et al., 2006). Os danos resultam na formação de manchas amareladas na parte superior das folhas, que posteriormente escurecem e secam devido à perfuração das células da camada externa (BERNARDI et al., 2015). Como resultado, o ácaro rajado induz a necrose e a queda das folhas, podendo levar à morte das plantas em densidades populacionais elevadas. As perdas na produção podem atingir até 80% quando não há um controle adequado (CHIAVEGATO; MISCHAN, 1981/ ZAWADNEAK et al., 2023). Os danos provocados pelos ácaros são prontamente perceptíveis devido à rapidez com que se alimentam. Cada ácaro tem a capacidade de destruir entre 18 a 22 células por minuto (KLAMKOWSKI et al., 2006). Ao perfurar as células do tecido foliar, os ácaros liberam enzimas salivares que digerem os componentes estruturais, sugando os fluidos celulares.

Os frutos das plantas afetadas pelo ácaro rajado apresentam características organolépticas inferiores em comparação com aquelas não afetadas pela praga. Pesquisas realizadas por Livinale et al. (2014) constataram que os morangos provenientes de plantas atacadas pelo ácaro rajado possuíam menor teor de sólidos solúveis (<sup>o</sup>Brix), antocianinas e outros compostos antioxidantes. Visualmente, os frutos afetados adquirem uma coloração amarronzada e tornam-se secos e duros (BERNARDI et al., 2015).

## 2.2 ACARICIDAS REGISTRADOS/ MODO DE AÇÃO

O método mais comum para reduzir a população do ácaro rajado é o controle químico usando acaricidas e inseticidas sintéticos. No Brasil, há registro de (15) produtos para o morangueiro (IRAC., 2024). No entanto, o uso intensivo de controle químico tem enfrentado desafios, como ineficácia ou o desenvolvimento de resistência por parte do ácaro rajado a alguns produtos (ANDRADE, 2009; SUH et al., 2006). A abamectina é o princípio ativo mais comum no Brasil para o controle desse ácaro, mas

isso tem levado à seleção de populações resistentes e à redução dos predadores, dificultando seu uso no manejo integrado do ácaro (DERMAUW et al., 2012; MONTEIRO et al., 2015; BERNARDI et al., 2015).

Os produtos biológicos (biopesticidas), são uma ótima alternativa para não agredir o meio ambiente e evitar resíduos no ambiente e no produto alimentar. O bioinseticida BOVERIL® é formulado à base do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* PL 63, contendo um mínimo de  $2 \times 10^9$  conídios viáveis por grama (KOPPERT, 2022). *Beauveria bassiana* é um fungo que ataca insetos, e sua infecção ocorre quando os conídios se aderem às células da cutícula do hospedeiro, seguido pela germinação. Após a germinação, ocorre a formação do apressório, que amolece a cutícula e permite a penetração no inseto. Uma vez dentro, o fungo alcança a hemolinfa, parte nutritiva do inseto, resultando eventualmente na morte do hospedeiro devido à infecção (FABRICE et al. 2020).

Os óleos essenciais de plantas são indicados como uma alternativa promissora no controle de pragas agrícolas, incluindo o ácaro-rajado. Sua eficácia está relacionada à presença de compostos voláteis que interferem no comportamento e na fisiologia dos ácaros, contribuindo para o controle da população da praga de forma menos prejudicial ao meio ambiente, os óleos essenciais apresentam diversas vantagens em relação aos acaricidas sintéticos, destacando-se pelo menor impacto ambiental, baixa toxicidade para mamíferos e menor persistência no ambiente. Além disso, os compostos naturais presentes nesses óleos demonstram uma taxa reduzida de desenvolvimento de resistência pelos ácaros, configurando-se como uma alternativa viável e sustentável para o manejo integrado de pragas (ATTIA et al., 2013)

### 2.3 FAMÍLIA MYRTACEAE E ESPÉCIES DO GÊNERO *Eucalyptus*

As plantas de eucalipto são principalmente arbustos ou árvores perenes, que crescem rapidamente e podem atingir alturas gigantescas, como 80-90 metros. As plantações de eucalipto são encontradas em todo o mundo, especialmente em regiões tropicais e temperadas, representando as florestas de folhas largas mais amplamente plantadas globalmente e sendo amplamente utilizadas em programas de reflorestamento (TRABADO; WILSTERMANN, 2008). Trabalhos anteriores analisaram as propriedades dos óleos essenciais de *Eucalyptus* como antioxidantes, anti-inflamatórios, antimicrobianos, anti-helmínticos, antivirais, inseticidas, herbicidas

etc. (BATISH et al., 2008; ZHANG et al., 2010; VECCHIO et al., 2016; BARBOSA et al., 2016; DHAKAD et al., 2018; SALEHI et al., 2019;).

Os OEs são compostos por misturas voláteis de hidrocarbonetos contendo diferentes grupos funcionais, sendo sua atividade biológica frequentemente associada à presença de monoterpenos e sesquiterpenos. Além disso, efeitos sinérgicos entre seus constituintes podem potencializar sua ação inseticida, enquanto a combinação com outros compostos naturais, como a vanilina, pode prolongar o tempo de proteção. Dentre as famílias vegetais com maior potencial para o desenvolvimento de bioinseticidas à base de óleos essenciais, destacam-se *Cymbopogon* spp., *Ocimum* spp. e *Eucalyptus* spp. (Yadav et al., 2024).

#### 2.4 PRODUTO COMERCIAL A BASE DE OLEO DE LARANJA

PREV-AM® é um fungicida e inseticida de origem natural, que contém 61,14 g/L de óleo de casca de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), na formulação (Concentrado Solúvel - SL) (Figura 2) (<https://oroagri.com.br/>). PREV-AM® danifica a camada protetora, que repele a água, nos insetos de corpo mole, resultando na perda de fluídos corporais e morte. Os insetos voadores perdem a camada protetora e a tensão de suas asas, impossibilitando-os de voar. Outro efeito do PREV-AM® é a penetração desse fluido de ultrabaixa tensão superficial no sistema respiratório, causando sufocação e morte. Como fungicida, quando em contato com os micélios e esporos de fungos superficiais, o PREV-AM® causa um dano na camada protetora dos organismos, e ao penetrar nos tecidos vivos abaixo da camada protetora causa desidratação, perda de fluidos corporais e consequente morte.

Segundo Martins et al. (2017), os óleos essenciais são frequentemente caracterizados por seus constituintes majoritários e apresentam atividade inseticida, com plantas que afetam o comportamento e metabolismo dos insetos, seja por toxicidade ou repelência (SOUSA et al., 2005; BRITO; OLIVEIRA; BORTOLI, 2006; BAKKALI). Os óleos essenciais cítricos são cada vez mais reconhecidos por seu potencial em estratégias integradas de manejo de pragas devido à sua baixa toxicidade e benefícios ambientais (Gondwal et al., 2024). Os principais compostos ativos desses óleos incluem o d-limoneno, que constitui uma porcentagem significativa dos óleos e é responsável por suas propriedades inseticidas (Pei et al., 2024) (Khanikor et al., 2021).

FIGURA 2. Produto comercial PREV-AM®



Fonte: ORO AGRI® (<https://oroagri.com.br/>)

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

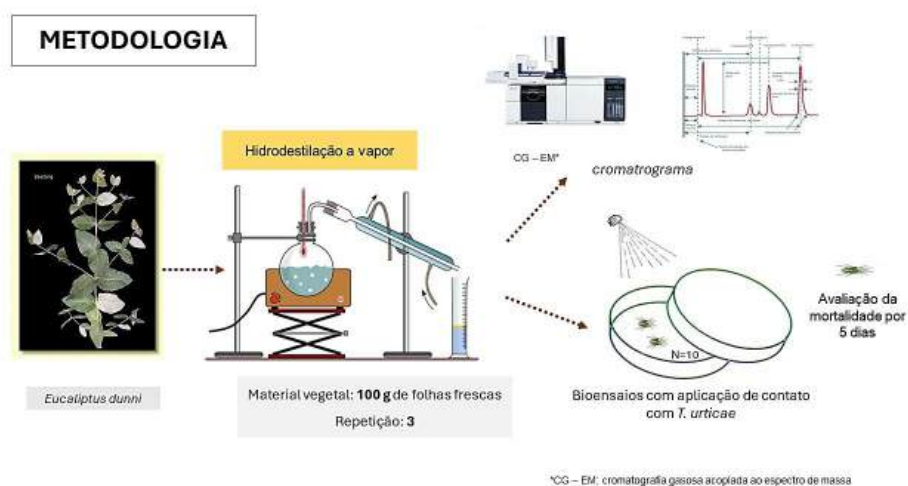
#### 3.1 ORIGEM E CRIAÇÃO DO ÁCARO

A criação-estoque de *T. urticae* foi iniciada com coletas em áreas comerciais de morangueiros da Região Metropolitana de Curitiba, PR. Em laboratório, com o auxílio de estereomicroscópio Stemi 2000 (Zeiss, Alemanha), os ácaros foram transferidos com auxílio de pincel nº 2 para novas folhas previamente higienizadas. A criação dos ácaros foi mantida em folhas acondicionadas em placas de Petri, em câmara tipo B.O.D. (Temperatura de 25°C; fotoperíodo de 14:10h). As folhas eram obtidas de cultivo de morangueiro orgânico em vasos, em casa de vegetação. Na extremidade dos pecíolos das folhas eram colocados algodão e um microtubo Eppendorf® de 2mL com água destilada mantendo assim o turgor das folhas. A reposição da água nos Eppendorf era realizada diariamente e as folhas substituídas semanalmente, ou conforme a necessidade (MALESKI, 2023). Periodicamente eram introduzidos novos espécimes para manutenção da criação.

#### 3.2 COLETA E EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Eucalyptus dunnii*

A coleta de folhas apicais de *Eucalyptus dunnii* foi realizada no dia 23/10/2023, em uma propriedade particular produtora de eucalipto, situada na região de São José dos Pinhais, PR (latitude -25,7501911 e longitude - 49,2580283). As folhas foram secas à sombra por 3 dias e levadas até o laboratório de Ecofisiologia, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias na Universidade Federal do Paraná, para triagem e separação do material vegetal e, subsequente processo de hidrodestilação com aparelho de Clevenger e obtenção do óleo essencial (Figura 3).

Figura 3. Esquema resumido da metodologia utilizada no bioensaio de toxicidade de óleo essencial *Eucaliptus dunni* sobre *Tetranychus urticae*



Fonte: Adaptado de Souza (2022)

Para obtenção do OE, foram pesadas 100 gramas de folhas e colocadas em um balão volumétrico, com capacidade de 2.000 mL e adicionados 1000 mL de água destilada, em triplicata. Foram preparados mais quatro balões volumétricos semelhantes. Os balões volumétricos foram colocados em manta aquecedora e introduzido o aparelho graduado de Clevenger. O aparelho foi ligado esperando atingir a uma temperatura de ebulição (OLIVEIRA et al., 2017). O processo de hidrodestilação perdurou por quatro horas.

Após esse processo, os aparelhos foram desligados e o óleo foi retirado do aparelho graduado de Clevenger, com auxílio de uma pipeta. Na sequência, o óleo essencial foi armazenado em microtubos Eppendorf® de 2mL. Os microtubos foram envolvidos em papel alumínio para proteger contra a luz. A conservação do óleo essencial ocorreu em refrigerador a 2°C (PARIKH et al., 2011). Foram retiradas três amostras no processo de hidrodestilação para o cálculo de rendimento. Diante da massa obtida, determinou-se o teor percentual do óleo essencial nas folhas (T%).

A massa foi calculada pela fórmula:

$$R = \text{biomassa seca total das folhas/planta (g)} \times \text{massa do óleo obtido (g)} / 10g.$$

A análise da composição química do OEDD foi realizada por cromatografia gasosa, com uso dos cromatógrafos GC/FID (Agilent 7890A) e GC/MS (Shimadzu-2010 Plus), ambos equipados com coluna capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Como gás de arraste será utilizado o hidrogênio para GC/FID (fluxo de 2,4 mL min<sup>-1</sup>) e hélio para GC/MS (fluxo de 1,0 mL min<sup>-1</sup>). A temperatura inicial do forno foi

60° C, elevando-se a 240° C na razão de 3° C/minuto. A identificação dos compostos químicos foi realizada através do cálculo da retenção linear pela cadeia de alcanos: C7 – C30. A identificação dos constituintes do OE foi realizada através de pesquisa na espectroteca, comparando-se os índices de retenção calculados com dados da literatura (ADAMS, 2007).

### 3.3 BIOENSAIOS

O delineamento foi inteiramente casualizado, em 15 tratamentos, com 10 repetições, sendo sete concentrações do OE de *E. dunnii* (0,50%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% e 3,5%), e de PREV-AM (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7mL/L). Como controle negativo foi utilizado água e Tween.

Cada repetição foi constituída por uma placa de Petri de 6 cm de diâmetro, um folíolo de morangueiro 'San Andreas' e 10 ácaros adultos com 24h de idade. As folhas foram obtidas da casa de vegetação, sendo selecionadas folhas recém expandidas de tamanho médio de 7,5 cm<sup>2</sup>. No laboratório foi feita a assepsia para retirada de sujeiras e outros organismos vivos. As pontas dos pecíolos foram envolvidas com algodão umedecido para manter o turgor. Para a infestação dos adultos de ácaro-rajado nos folíolos foi utilizado um pincel nº 2 com auxílio de estereomicroscópios Stemi 508 e Stemi 2000-C (Zeiss, Alemanha).

Para a diluição e solubilização das sete diferentes concentrações do OE de *E. dunnii*, foi utilizada uma solução de Polissorbato (Tween® 80) a 2,5%. Para a aplicação utilizou-se pulverizador manual graduado de 20 mL. A pulverização foi realizada sobre os ácaros adultos na face abaxial de cada folíolo que estavam sob papel filtro (Figura 3). Foram aplicados três borrifadas (0,3 mL) por repetição. Desta forma, o modo de ação do óleo essencial foi por contato direto e residual.

As placas foram acondicionadas em sala climatizada (temperatura de 25 ± 2°C, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 14: 10 horas). Após 24h de pulverização foram realizadas as avaliações de mortalidade a cada 24h, durante 5 dias. Os ácaros foram considerados mortos quando se observava a falta de movimentação das pernas com o toque de pincel de cerdas macias.

### 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os valores de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925). As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade no Software Sisvar. Os dados médios de mortalidade (porcentagem de adultos mortos) foram analisados pela regressão Probit e Logit (FINNEY, 1952), estimando-se as concentrações letais CL<sub>25</sub> CL<sub>50</sub> CL<sub>75</sub> e CL<sub>95</sub> e obtendo as curvas de concentração resposta. Para isso, foi utilizado o programa POLO-PC, que determinou as concentrações letais com um intervalo de confiança de 95% (LEORA SOFTWARE, 1987).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DO ÓLEO

Nas amostras do óleo essencial de *E. dunnii* foram identificados 22 compostos químicos distintos (Tabela 1), representando cerca de 96% da composição. Os 2 compostos majoritários do OEED foram  $\alpha$ -pineno (21,41%) e 1,8-cineol (38,7%). Os constituintes do óleo de laranja (*Citrus sinensis*), foram o D-limoneno (83,33%); linalol (8,91%), obtidos por informações contidas na bula do produto.

Tabela 1. Composição do óleo essencial (%) de folhas de *Eucaliptus dunnii* coletado em São José dos Pinhais, PR.

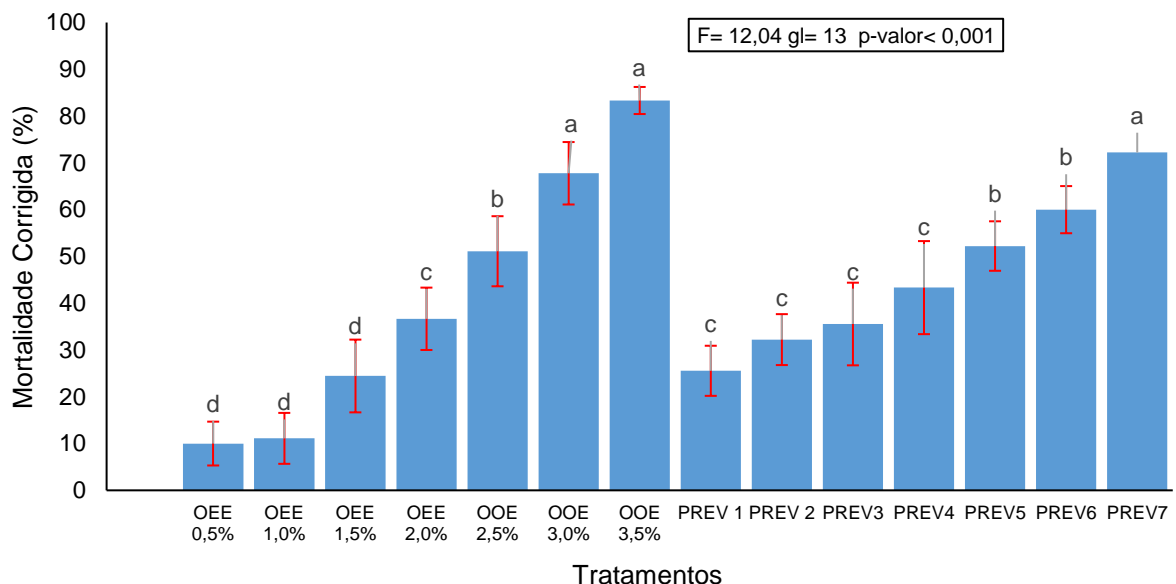
Constituintes	IRT	IRC	%
<b><math>\alpha</math>-pineno</b>	<b>932</b>	<b>931</b>	<b>21,41</b>
$\beta$ -pineno	974	974	0,55
Mirceno	988	989	0,91
$\alpha$ -felandreno	1002	1003	0,34
$\alpha$ -terpineno	1014	1014	0,30
o-cimeno	1022	1021	0,65
Limoneno	1024	1025	3,61
<b>1,8-cineol</b>	<b>1026</b>	<b>1028</b>	<b>38,70</b>
(Z)- $\beta$ -ocimeno	1032	1034	2,81
$\gamma$ -terpineno	1054	1055	4,82
Terpinoleno	1086	1085	0,36
terpinen-4-ol	1174	1172	0,58
$\alpha$ -terpineol	1186	1187	8,21
$\alpha$ -gurjuneno	1409	1402	1,27
$\beta$ -gurjuneno	1431	1430	3,21
Aromadendreno	1439	1435	0,11
allo-aromadendreno	1458	1452	1,01
epi-cubebol	1493	1487	1,38
germacreno B	1559	1550	0,92
Globulol	1590	1574	4,37
Viridiflorol	1592	1584	0,24
cubeban-11-ol	1595	1592	0,47
Total identificado (%)			96,20

Nota: IRC = índice de retenção calculado; IRT = índice de retenção tabelado

## 4.2 BIOENSAIO DE APLICAÇÃO TÓPICA E RESIDUAL

Os resultados obtidos de mortalidade corrigida demonstraram que existiram diferença entre os tratamentos ( $F= 12,04$   $gl= 13$ ,  $p\text{-valor} < 0,001$ ). Observou-se um incremento linear da mortalidade à medida que se aumentou a dose, para ambos os tratamentos (Figura 4). As doses mais altas do OEE 3%, 3,5% e PREV-AM 7 ml, foram estatisticamente superiores, com mortalidade de 75%, 83% e 74% respectivamente (Figura 4).

Figura 4. MORTALIDADE MEDIA CORRIGIDA (%) DE *Tetranichus urticae* TRATADOS COM ÓLEO ESSENCIAL E PREV-AM EM 7 DIFERENTES CONCENTRAÇÕES. \*



\*Medias corrigidas pelo teste de Abbott (1925). Medias repetidas com letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Skott Knott a 5% de probabilidade).

Nossos resultados corroboram com a bioatividade dos OEs de *Eucalyptus* sp. que foi pesquisada juntamente com suas propriedades como inseticidas (ISMAN et al. 2008, KIRAN; PRAKASH, 2015), fumigantes (PAPACHRISTOS; STAMPOULOS 2004, KIRAN; PRAKASH, 2015), repelentes (ISMAN et al. 2008), larvicidas (DUARTE et al. 2015; TAK; ISMAN 2015, 2017) e acaricidas (CHOI et al. 2004, MIRESMALLI; ISMAN 2006). Tal fato justifica-se, pois, a composição química dos óleos essenciais de eucalipto, rica em monoterpenos e sesquiterpenos, é um dos principais fatores que

destacam para sua bioatividade (DANNA et al., 2023).

Dentre esses compostos, o 1,8-cineol e o  $\alpha$ -pineno destacam-se por suas ações inseticidas e acaricidas, sendo altamente tóxicos para adultos de *T. urticae* por aplicação tópica, semelhante à ação do produto comercial à base de óleo de laranja. Estudos demonstram que esses componentes podem interferir nas funções fisiológicas dos insetos e ácaros, afetando o sistema nervoso central e a integridade da cutícula, o que leva à morte dos organismos ou ao afastamento deles das áreas tratadas (DANNA et al., 2023).

Com base nas curvas de concentração de resposta, o OEED em todas as CL ( $CL_{25} = 1.352$ ,  $CL_{50} = 2.059$ ,  $CL_{75} = 3.135$ ,  $CL_{90} = 4.578$  mg  $litro^{-1}$ ) apresentaram toxicidade maior quando comparados ao óleo de laranja ( $CL_{25} = 15.900$ ,  $CL_{50} = 31.134$ ,  $CL_{75} = 60.966$ ,  $CL_{90} = 111.626$  mg  $litro^{-1}$ ) (Tabela 2).

O óleo essencial de eucalipto causa uma mortalidade maior em menor dose em relação ao PREV-AM (Tabela 2). A dose resposta de mortalidade para OEED foram: OEED  $CL_{25}$  13523ppm;  $CL_{50}$  20591ppm;  $CL_{75}$  31354ppm;  $CL_{90}$  45777ppm, e para PREV-AM foram:  $CL_{25}$  15900ppm;  $CL_{50}$  31134ppm;  $CL_{75}$  60966ppm;  $CL_{90}$  111943ppm.

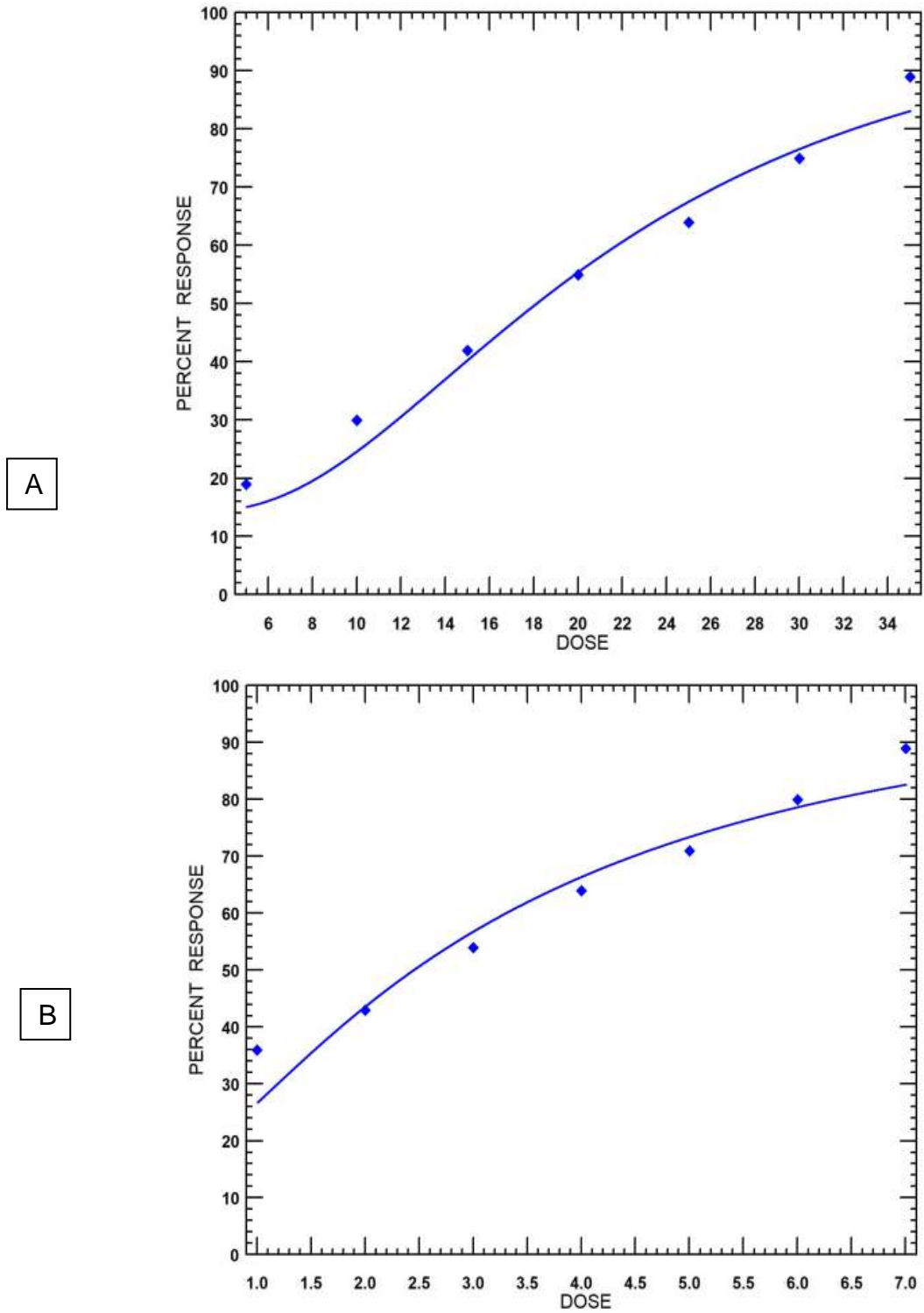
Tabela 2. Estimativas de  $CL_{25}$ ,  $CL_{50}$ ,  $CL_{75}$  e  $CL_{90}$  (em mg.  $litro^{-1}$ ) e o intervalo de confiança para os óleos essenciais (OEED) das folhas de *Eucalyptus dunnii* e produto comercial à base de óleo de laranja (PREV AM)) em adultos de *Tetranychus urticae* em 120 horas após a exposição nos bioensaios de aplicação tópica e residual.

Tratamentos	N	B	S	$\chi^2$	GL	$CL_{25}$	$CL_{50}$	$CL_{75}$	$CL_{90}$	
OEED	PROBIT	700	0.303932	0.784	4.634	5	13.523	20.591	31.354	45.777
							(10.076 - 16.056)	(17.749 - 22.866)	(28.345 - 35.916)	(39.212 - 59.404)
	LOGIT		0.866074	1.323	4.475	5	13.548	20.586	31.278	47.524
							(9.990 - 16.130)	(17.675 - 22.885)	(28.247 - 35.946)	(40.290 - 63.262)
PREV-AM	PROBIT	700	0.148995	0.665	73.553	5	15.900	31.134	60.966	111.626
							(4.237 - 24.990)	(16.266 - 41.160)	(47.068 - 89.929)	(79.296 - 280.666)
	LOGIT		0.483325	1.195	70.523	5	16.599	31.821	61.002	116.943
							(4.102 - 25.890)	(16.277 - 41.675)	(47.144 - 91.144)	(81.839 - 338.257)

Numero de individuos tstandos (N), Coeficiente angular (B), Desvio padrão (S), Teste de Qui-Quadrado( $\chi^2$ ), Número de graus de liberdade (GL), Concentrações Letais a 95% de confiança com seus respectivos intervalos de confiança obtido em teste estatístico respectivos utilizados Probit e Logit para *Tetranychus urticae* aplicação tópica.

A análise das curva-resposta de OEED comprova que houve uma maior mortalidade com uma menor dose aplicada em relação ao PREV-AM (Figura 5).

Figura 5. Gráfico curva de concentrações resposta (CL<sub>25</sub>, CL<sub>50</sub>, CL<sub>75</sub> e CL<sub>90</sub>) realizado em probit para Óleo essencial de *Eucalyptus dunnii* OEED (A) e PREV-AM (B)



## 5 CONCLUSÕES

- Os compostos majoritários do OEED são  $\alpha$ -pineno (21,41%) e 1,8-cineol (38,07%);
- Os compostos majoritários do OEED PREV-AM são D-limoneno (83,33%) e linalol (8,91%);
- O OEED e PREV AM apresentam potencial acaricida contra *T. urticae*.
- Este achado, sendo primeiro estudo destes óleos contra *T. urticae* contribui para futuros estudos de estratégias integradas de controle de pragas, com baixo impacto ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p.265–267, 1925. Disponível em <<https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>>.
- ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy** 5th edn. Texensis Publishing, New York, 2017.
- ADAV, DK, RATHEE, S., SHARMA, V., & Patil, Reino Unido (2024). Uma revisão abrangente sobre agentes repelentes de insetos: plantas medicinais e compostos sintéticos. Agentes anti-inflamatórios e antialérgicos em química medicinal, 25. <https://doi.org/10.2174/0118715230322355240903072704>
- AGUT, B.; GAMIR, J.; JAQUES, J. A.; FLORS, V. *Tetranychus urticae* - triggered responses promote genotype-dependent conspecific repellence or attractiveness in citrus. **New Phytologist**, v. 207, p. 790-804, 2015.
- ANDRADE, J. de S. **Acaricidas para o manejo de *Tetranychus urticae* em mamoeiro: toxicidade e resistência no norte do espírito santo**. 2009, 93f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goyatacazes.
- ATTIA, S. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. **J Pest Sci.** vol. 86, p.361–386, 2013.
- BARBOSA, L.C.A., FILOMENO, C.A., TEIXEIRA, R.R. Chemical variability and biological activities of *Eucalyptus* spp. essential oils. **Molecules**. vol. 21, p.1–33, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/molecules21121671>>
- BATISH, D.R. et al. *Eucalyptus* essential oil as a natural pesticide. **Forest Ecol Manag**, v. 256, p. 2166–2174, 2008.
- BERNARDI, D.; BOTTON, N.; NAVA, D. E.; ZAWADNEAK, M. A. C. **Guia para a identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro**. Embrapa, 1a edição, 49 p., 2015.
- BRITO, J. P.; OLIVEIRA, J. E. M.; BORTOLI, S. A. Toxicidade de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. Sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr. 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, São Cristóvão, v. 6, n. 1, p. 96-103, 2006.
- CATALANI, G. C.; VIEIRA, M. R.; CAMARGOS, L. S.; BONFIM, N. C. P.; AGUSTINI, J. A. Effects of potassium silicate application on papaya plants in the twospotted spider mite population. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, p. 1-9, 2017.

CHIAVEGATO, L. G.; MISCHAN, M. M. Efeito do *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) Boudreaux & Dosse, 1963 (Acari, Tetranychidae) na produção do morangueiro (*Fragaria* sp.) cv. 'Campinas'. **Científica**, v.9, n.2, p.257- 266, 1981.

CHOI, W. I.; LEE, S. G.; PARK, H. M.; AHN, Y. J. Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **J Econ Entomol.** v. 97, p.553–558, 2004.

DANNA, D.; MALASPINA, P.; CORNARA, L., et al. *Eucalyptus* essential oils in pest control: a review of chemical composition and applications against insects and mites. **Crop Protection.** 2023. doi: 10.1016/j.cropro.2023.106319.

DERMAUW, W.; WYBOUW, N.; ROMBAUTS, S.; MENTEN, B.; et al. A link between host plant adaptation and pesticide resistance in the polyphagous spider mite *Tetranychus urticae*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.110, n. 2, p. 113-122, 2013.

DHAKAD, A.K., PANDEY, V. V., BEG, S., RAWAT, J.M., SINGH, A., 2018. Biological, medicinal and toxicological significance of *Eucalyptus* leaf essential oil: a review. **J. Sci. Food Agric.** v.98, p.833–848. Disponível em < <https://doi.org/10.1002/jsfa.8600>>.

DUARTE, J. L.; AMADO, J. R. R.; OLIVEIRA, A. E. M. F. M.; CRUZ, R. A. S.; et al. Evaluation of larvicidal activity of a nanoemulsion of *Rosmarinus officinalis* essential oil. **Rev. Bras. Farmacogn.** v. 25, p.189–192, 2015.

FINNEY, D. J. **Probit Analysis**: a statistical treatment of the sigmoid response curve. 2. ed. New York-London: Cambridge University Press, 1952. 318 p.

GIGON, V.; CAMPOS, C.; CORFF, J. L. Biological control of *Tetranychus urticae* by *Phytoseiulus macropilis* and *Macrolophus pygmaeus* in tomato greenhouses. **Experimental and Applied Acarology**, v. 68, 55-70, 2016.

GONDWAL, M.; et al. 3. Chapter 16 **Essential oils as biorational insecticides**, doi: 10.1515/9783111204819-016, 2024.

GRBIC, M. et al. Mity model: *Tetranychus urticae*, a candidate for chelicerate model organism. **Bioessay.** v.29, p.489-496, 2007.

HOY, M.A., *Agricultural Acarology: Introduction to Integrated Mite Management*. Boca Ratón: **CRC Press**, 2011.

IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. 2024. Disponível em <[https://www.iracbr.org/\\_files/ugd/6c1e70\\_a17d4f95ffd44017b20edff1ee4e68c7.pdf](https://www.iracbr.org/_files/ugd/6c1e70_a17d4f95ffd44017b20edff1ee4e68c7.pdf)>

ISMAN, M. B., WILSON, J. A.; BRADBURY, R. Insecticidal activities of commercial rosemary oils (*Rosmarinus officinalis*.) against larvae of *Pseudaletia unipuncta*. and *Trichoplusia ni*. in relation to their chemical compositions. **Pharm. Biol.** v.46, p.82–87, 2008.

JHONSON, W.T.; LYON, H.H. **Insects that feed on trees and shrubs**. Cornell University, Ithaca, 1991.

KHANIKOR, B.; et al. 5. Citrus Essential Oils: A Suite of Insecticidal Compounds. doi: 10.5772/INTECHOPEN.95887, 2021.

KIRAN, S.; PRAKASH, B. Toxicity and biochemical efficacy of chemically characterized *Rosmarinus officinalis* essential oil against *Sitophilus oryzae* and *Oryzaephilus surinamensis*. **Ind. Crop Prod.** v.74, p.817–823, 2015.

KLAMKOWSKI, K.; SEKRECKA, M.; FONYÓDI, H.; TREDER, W. Changes in the rate of gas exchange, water consumption and growth in strawberry plants infested with the two-spotted spider mite. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 14, p. 155-162, 2006.

LANDEROS, J.; CERDA, P.; BADI, M. H.; AGUIRRE, L. A.; CERNA, E.; OCHOA, Y. M. Functional response of *Neoseiulus californicus* on *Tetranychus urticae* on apple leaves. **Southwestern Entomologist**, v. 38, n. 1, p. 79-84, 2013.

LEORA SOFTWARE. **POLO-PC**: An user's guide to probit or logit analysis. Berkeley, CA: Leora Software. p. 22, 1987.

MARTINS, G. S. O. et al. Chemical composition and toxicity of citrus essential oils on *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 3, p. 811 –817, jul.–set., 2017)

MIRESMAILLI, S.; ISMAN, M.B. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. **J Econ Entomol.** 2006.

MONTEIRO, V. B.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. E. de M.; SIQUEIRA, H. A. A.; SOUSA, J. M. Monitoring *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) resistance to abamectin in vineyards in the Lower Middle São Francisco Valley. **Crop Protection**, n. 69, p. 90-96, 2015

MORAES, G. J. de, & FLECHTMANN, C. H. WENZEL (2008). **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos. OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. Fundamentos de Farmacobotânica. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 178 p.

MOTA-SANCHEZ, D.; WISE, J.C. **The Arthropod Pesticide Resistance Database**. Michigan State University, 2022. Disponível em <<http://www.pesticideresistance.org>>

PAPACHRISTOS, D. P.; STAMPOULOS, D. C. Fumigant toxicity of three essential oils on the eggs of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **J. Stored Prod. Res.** v. 40, p. 517–525, 2004.

PARIKH, J. K., DESAI, M. A. Hydrodistillation of Essential Oil from *Cymbopogon flexuosus* International, **Journal of Food Engineering**, v. 7, n.1, não p., 2011.

PEI, T. H.; et al. 1. Citrus Essential Oils as Potential Insecticides Against Thrips flavus. **Current Analytical Chemistry**, doi: 10.2174/0115734110289423240216062120, 2024.

RINCÓN, R.A.; RODRÍGUEZ, D.; COY-BARRERA, E. Botanicals against *Tetranychus urticae* Koch under laboratory conditions: a survey of alternatives for controlling pest mites. **Plants**. vol. 8, no. 8, p. 272, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.3390/plants8080272>>

SALEHI, B., SHARIFI-RAD, J., QUISPE, C., LLAIQUE., et al. Insights into *Eucalyptus* genus chemical constituents, biological activities and health-promoting effects. **Trends Food Sci. Technol.** v,91, p. 09–624, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.003>>

SOUSA, A. H., et al. Bioactivity of vegetal powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in caupi bean and seed physiological analysis. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 1-6, 2005.

STEPANYCHEVAA, E. A.; PETROVAA, M. O.; CHERMENSKAYAA, T. D., Biological Activity of *Litsea cubeba* Essential Oil and Citral against the Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae). **Entomological Review**. vol. 103, no. 2, pp. 152–158, 2023.

TAK, J. H., AND M. B. ISMAN. Enhanced cuticular penetration as the mechanism for synergy of insecticidal constituents of rosemary essential oil in *Trichoplusia ni*. **Sci. Rep.** v.5, p. 12690, 2015.

TRABADO, G.I., WILSTERMANN, D., *Eucalyptus* Global Map 2008: cultivated forests worldwide - EUCALYPTOLOGICS: GIT Forestry Consulting Information Resources on Eucalyptus Cultivation Worldwide. Disponível em: <<http://git-forestry-blog.blogspot.com/2008/09/eucalyptus-global-map-2008-cultivated.html>>

ZAWADNEAK, M. A. C.; BERNARDI, D.; DA ROSA, J. M.; DUARTE, A. DA F.. Principais pragas do morangueiro e estratégias de manejo. IN: MENEZES JR., F.O.G.; SILVA, P.F. (Orgs.). **Cultivo do morangueiro em sistema semi-hidropônico**. Florianópolis: Epagri, 2023. 316p.

ZHANG, J., AN, M., WU, H., STANTON, R., LEMERLE, D. Chemistry and Bioactivity of *Eucalyptus* Essential Oils. **Allelopath. J.** v. 25, p.313–330, 2010.